

Teamtillen van glas, beton en kozijnen

Is het tillen van 100 kg met vier personen zwaarder
dan tillen van 50 kg met twee personen?

Januari 2013



0341 499 299
info@vollandis.nl
www.vollandis.nl

Werk veilig.
Houd plezier.
Kijk vooruit.

Arbouw is hét kennis- en service-instituut op het gebied van arbeidsomstandigheden in de bouwnijverheid. Arbouw biedt praktische informatie, instrumenten en richtlijnen op basis van onderzoek naar arbovriendelijke werkmethoden, risico's, ongevallen en beroepsziekten. Arbouw organiseert ook de uitvoering van het cao-pakket preventiezorg. Dit alles met het doel de gezondheid, veiligheid en duurzame inzetbaarheid van werknemers in de bouw te verbeteren en het ziekteverzuim te verminderen. In het bestuur zijn vertegenwoordigd: Bouwend Nederland, FOSAG, NOA, FNV Bouw en CNV Vakmensen.

© Stichting Arbouw 2013. Alle rechten voorbehouden.

De producten, informatie, tekst, afbeeldingen, foto's, illustraties, lay-out, grafische vormgeving, technische voorzieningen en overige werken van Stichting Arbouw ("de werken"), waarin substantieel is geïnvesteerd, zijn beschermd onder de Auteurswet, de Benelux Merkenwet, de Databankenwet en andere toepasselijke wet- en regelgeving. Behoudens wettelijke uitzonderingen mag niets daarvan worden veelevoudigd, aan derden ter beschikking gesteld of openbaar gemaakt, zonder voorafgaande toestemming van Stichting Arbouw. Het bekijken van de werken en het maken van kopieën voor eigen individueel gebruik is toegestaan voorzover binnen de toepasselijke wet- en regelgeving aangegeven grenzen.

De woord- en beeldmerken op de werken zijn van Stichting Arbouw en/of haar licentiegever(s). Het is niet toegestaan één of meerdere van deze merken en logo's te gebruiken zonder voorafgaande toestemming van Stichting Arbouw of betrokken licentiegever(s).

Stichting Arbouw is niet aansprakelijk voor (de inhoud van) haar (informatie) producten, software daaronder mede begrepen, noch voor het (her) gebruik daarvan door derden.

TEAMTILLEN VAN GLAS, BETON EN KOZIJNEN

**Is het tillen van 100 kg met vier personen zwaarder dan
tillen van 50 kg met twee personen?**

Auteurs:

drs. Hetty Vermeulen Eur. Erg., **vhp** ergonomie

drs. Nicolien de Langen, **vhp** ergonomie

Bestelcode: ARB00009372

Rapportnummer: 13-163

ISBN: 9789490943257

Harderwijk, januari 2013

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	6
1 INLEIDING	8
1.1 Aanleiding	8
1.2 Vraagstelling.....	9
1.3 Opbouw verslag.....	9
2 METHODE	10
2.1 Proefpersonen	10
2.2 Parcours	10
2.3 Bouwmaterialen.....	10
2.4 Opbouw onderzoek.....	11
3 RESULTATEN GEWICHTSVERDELING	12
3.1 Inleiding.....	12
3.2 Kozijn	13
3.3 Beton.....	15
3.4 Glas.....	18
3.5 Conclusies gewichtsverdeling	20
4 RUGBELASTING.....	21
4.1 Chaffin.....	21
4.2 Piekbelasting tijdens het oppakken	22
4.3 Piekbelasting bij het afstappen	24
4.4 Piekbelasting neerleggen	26
4.5 Conclusies rugbelasting.....	27
5 ENERGETISCHE BELASTING.....	29
5.1 Heart Rate Reserve (HRR)	29
5.2 Conclusie hartslagfrequentie	29
6 ERVAREN BELASTING.....	30
6.1 Opmerking vooraf	30
6.2 Ervaringen proefpersonen	30
6.3 Conclusie ervaren belasting.....	31

7	DISCUSSIE	32
7.1	Keuze voor bouwmaterialen.....	32
7.2	Parcours	32
7.3	Proefpersonen	32
7.4	Meetmethode	33
8	CONCLUSIE EN ADVIES.....	35
8.1	Conclusie	35
8.2	Randvoorwaarden bij teamtillen	35
BIJLAGE 1:	METHODE.....	37
	Literatuurstudie	37
	Praktijkonderzoek	37
	Proefpersonen	37
	Afhankelijke variabelen: dataverzameling	41
	Onafhankelijke variabelen	42
	Randvoorwaarden	42
BIJLAGE 2:	VOORBEREIDING.....	43
	Locatie	43
	Parcours	43
	Bouwmaterialen	43
	Proefpersonen	44
BIJLAGE 3:	SCHALEN ERVAREN BELASTING	45
	Vermoeidheidsschaal	45
	Inspanningsschaal	46
	Lokaal ervaren ongemak.....	47

SAMENVATTING

In deze samenvatting wordt antwoord gegeven op de vragen van het onderzoek, te starten bij de hoofdvraag (vet gedrukt). Op de daarvan afgeleide vragen (2 t/m 4) wordt tevens een antwoord gegeven.

De onderbouwing van de antwoorden kunt u terug vinden in de resultatenbeschrijving (hoofdstuk 3 t/m 6) en de conclusies zoals beschreven in hoofdstuk 8.

1. Is het tillen van bouwmaterialen van 100 kg met vier personen meer belastend dan het tillen van bouwmaterialen van 50 kg met twee personen?

2. Voor welke bouwmaterialen zou een uitzondering op de huidige regel van maximaal 50 kg tillen met twee personen wenselijk zijn?
3. Indien sprake is van een vergelijkbare belasting op de onderrug in de verschillende condities: onder welke randvoorwaarden zou tillen tot 100 kg met vier personen mogelijk moeten zijn?
4. Wat is de ervaren belasting van de bouwvakkers met betrekking tot het tillen van bouwmaterialen in de twee verschillende condities?

Antwoord op de onderzoeksvragen

Het aantal keren dat de grens van 25 kg wordt overschreden is bij het tillen van 100 kg en bij het tillen van 50 kg vergelijkbaar. Bij het tillen van bouwmaterialen van 100 kg wordt echter in pieken beduidend meer gewicht getild dan het tillen van materialen van 50 kg, soms zelfs meer dan 50 kg per persoon. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grote spreiding in meetresultaten bij de 100 kg condities.

Wat betreft de rugbelasting is er geen overtuigend verschil gevonden tussen de 50 en de 100 kg condities. Een uitzondering hierop is het tillen van 100 kg beton van een afstapje. In dit laatste geval was de rugbelasting bij het tillen van 100 kg veel hoger dan bij het tillen van 50 kg.

Wel zijn overschrijdingen van de gezondheidskundige grenswaarde van 3400 N op de onderrug geconstateerd. Vooral het oppakken van kozijn (zowel bij de 50 kg als de 100 kg) leidt tot een rugbelasting boven de grenswaarde. Dit wordt veroorzaakt door een grote horizontale afstand van de proefpersoon tot het kozijn in combinatie met een gebukte en gedraaide houdingen. Deze ongunstige houding wordt veroorzaakt door een gebrek aan beenruimte en onvoldoende grip op het materiaal.

Alle proefpersonen geven aan het tillen met vier personen (100 kg) meer belastend, zwaarder en lastiger te vinden dan het tillen met twee personen (50 kg).

Voor alle gemeten materialen zou echter een uitzondering op de regel, handmatig maximaal 50 kg met twee personen tillen, wenselijk zijn. In de praktijk zijn er soms situaties waarbij inzet van een kraan of een ander tilhulpmiddel, technisch niet mogelijk en/of zelfs onveilig is. Het voldoen aan randvoorwaarden is dan erg belangrijk, vooral tijdens het oppakken, wegleggen van, en het lopen met het bouw materiaal. In die situaties is sprake van piekbelasting.

De belangrijkste randvoorwaarden zijn: voldoende beenruimte, een goede grip op het materiaal, en een op elkaar ingespeeld team waarbij een 'aanvoerder' de commando's geeft. Het voldoen aan de randvoorwaarden zal het lastigste te realiseren zijn voor het tillen en dragen van een kozijn.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Richtlijnen voor het handmatig tillen van (bouw-)materialen staan beschreven in het A-blad Tillen:

- Met de hand tillen moet zoveel mogelijk worden vermeden.
- Het maximale gewicht dat door één persoon met de hand mag worden getild is 25 kg.
- Het maximale gewicht dat door twee personen samen mag worden getild is 50 kg.

Hoewel het tillen en verplaatsen van bouwmaterialen steeds vaker mechanisch gebeurt, blijven er altijd situaties waarbij dit om diverse redenen (organisatorisch, technisch of bedrijfseconomisch) niet (goed) mogelijk is. Handmatig tillen van gewichten zwaarder dan 50 kg komt derhalve nog steeds voor in de dagelijkse praktijk.

In 2010 is door het Coronel instituut (Steven Visser e.a.) een onderzoek uitgevoerd naar het tillen in teams van twee en vier personen van betonstaalmatten en -staven van respectievelijk 50 en 100 kg. Een belangrijke conclusie die werd getrokken was dat het handmatig hanteren van betonstaalmatten en –staven van 100 kg door vier werknemers niet leidde tot een hogere lichamelijke belasting per werknemer dan het hanteren van maximaal 50 kg door twee werknemers.

Omdat, naast betonstaalmatten en –staven, ook andere bouwmaterialen van zwaarder dan 50 kg regelmatig handmatig worden getild en verplaatst, werd **vhp** ergonomie gevraagd om bovenstaande conclusie te toetsen voor drie andere bouwmaterialen.

1.2 Vraagstelling

In dit onderzoek wordt antwoord gegeven op de vraag of het tillen van andere bouwmaterialen van maximaal 100 kg door vier personen niet leidt tot meer (rug)belasting per persoon dan het tillen van 50 kg door twee personen.

De kernvraag van het onderzoek is dan ook:

1. Is het tillen van bouwmaterialen van 100 kg met vier personen meer belastend dan het tillen van bouwmaterialen van 50 kg met twee personen?

Daarvan afgeleide vragen zijn:

2. Voor welke bouwmaterialen zou een uitzondering op de huidige regel van maximaal 50 kg tillen met twee personen wenselijk zijn?
3. Indien sprake is van een vergelijkbare belasting op de onderrug in de verschillende condities: onder welke randvoorwaarden zou tillen tot 100 kg met vier personen mogelijk moeten zijn?
4. Wat is de ervaren belasting van de bouwvakkers met betrekking tot het tillen van bouwmaterialen in de twee verschillende condities?

1.3 Opbouw verslag

De opbouw van het verslag is als volgt:

- In hoofdstuk 2 is een samenvatting van de gebruikte onderzoeksmethode weergegeven. Zie bijlage 1 voor een uitgebreide beschrijving.
- In hoofdstuk 3 t/m 6 worden de resultaten beschreven:
 - H3: de resultaten van de verdeling van het tilgewicht weergegeven.
 - H4: beschrijft de resultaten van de rugbelasting, bepaald met Chaffin 3DSSPP.
 - H5: de resultaten van de indicatieve bepaling van de hartslagfrequentie.
 - H6: beschrijving van de ervaren belasting.
- De discussie staat in hoofdstuk 7 en de conclusies en aanbevelingen worden in hoofdstuk 8 beschreven.

Per hoofdstuk worden na de resultaten de conclusies getrokken. In de bijlage 1 wordt de onderzoeksmethode beschreven. Bijlage 2 bevat een beschrijving van de voorbereiding en in bijlage 3 vindt u de schalen die zijn gebruikt bij het bepalen van de ervaren belasting.

2 METHODE

2.1 Proefpersonen

Aan dit onderzoek hebben vier mannelijke proefpersonen meegedaan. De proefpersonen zijn geselecteerd op ervaring (met het tillen van glas) en de afwezigheid van lichamelijke klachten. De gemiddelde leeftijd van de proefpersonen is 32 (± 7) jaar. Zie bijlage 2 voor kenmerken per proefpersoon betreffende leeftijd, gewicht, lengte, ervaring en gezondheid.

2.2 Parcours

In een loods is een parcours uitgezet met in de praktijk voorkomende situaties, zoals bijvoorbeeld hoogteverschillen en smalle doorgangen. Er zijn met medewerkers uit de praktijk vijf situaties gedefinieerd, te weten:

1. Oppakken.
2. Vasthouden.
3. Manoeuvreren.
4. Afstappen.
5. Neerleggen.

Op deze vijf situaties worden de metingen uitgevoerd (in het vervolg van dit hoofdstuk “meetmomenten” genoemd).

2.3 Bouwmaterialen

Het parcours wordt doorlopen met drie verschillende bouwmaterialen, namelijk: kozijn, beton en glas en twee verschillende gewichten, namelijk: 50 kg en 100 kg.

2.4 Opbouw onderzoek

Het onderzoek werd op twee achtereenvolgende dagen uitgevoerd. Op meetdag 1 werden de materialen van 100 kg gemeten, op meetdag 2 die van 50 kg.

- De metingen werden per materiaal gedaan.
- Op elke van de gedefinieerde meetmomenten werden de metingen uitgevoerd.
- Er is gerouleerd tussen de proefpersonen: de proefpersonen zijn aan alle posities aan elk bouw materiaal gemeten. Vervolgens werd het materiaal naar het volgende meetmoment verplaatst.
- Per roulatie werd de gewichtsverdeling op de weegschalen afgelezen en werden foto's van de houdingen gemaakt.
- Per materiaal van 100 kg en meetmoment werden 16 metingen vastgelegd, totaal 240 metingen (3 materialen, 5 meetmomenten en 16 (4 x 4) posities aan het materiaal).
- Per materiaal van 50 kg en meetmoment werden 4 metingen vastgelegd, is 60 metingen totaal (3 materialen, 5 meetmomenten en 4 (2 x 2) posities aan het materiaal).
- Omwille van efficiëntie van het meten is ervoor gekozen de volgorde van rouleren steeds hetzelfde te houden.

3 RESULTATEN GEWICHTSVERDELING

3.1 Inleiding

In de komende drie paragrafen wordt per bouw materiaal weergegeven:

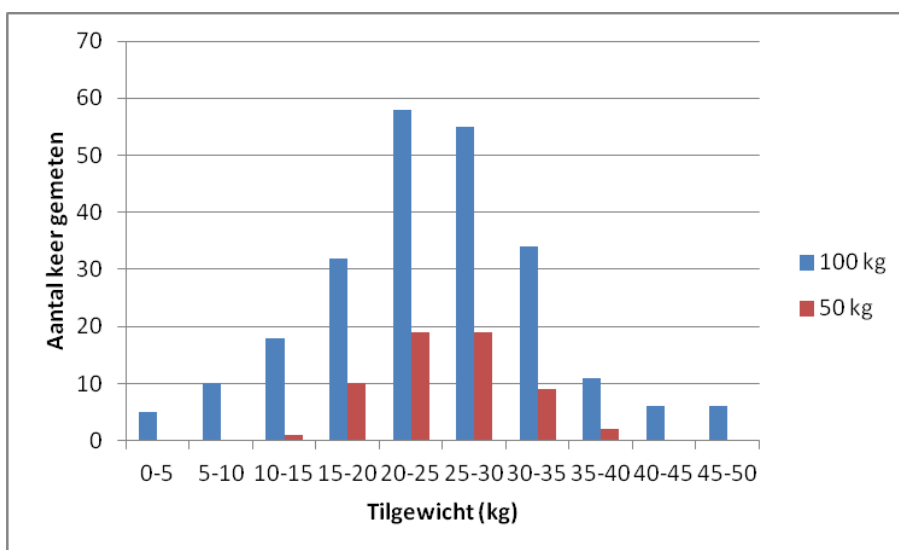
- Het gemiddeld tilgewicht over de proefpersonen per positie aan het materiaal en per meetmoment.
- De spreiding van de metingen op de verschillende posities aan het materiaal.
- De spreiding van de metingen op de verschillende meetmomenten in het parcours.

Spreiding

De spreiding is een maat voor de verschillen tussen de metingen. De spreiding van het tilgewicht geeft de hoogst gemeten waarde en de laagst gemeten waarde aan.

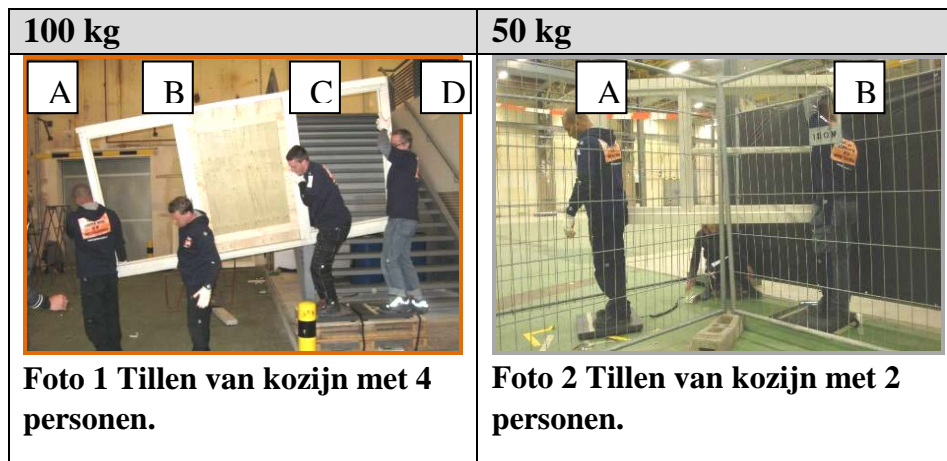
Om dit begrip te illustreren is in figuur 1 voor alle materialen samen aangegeven hoe vaak elk tilgewicht (in een range van steeds 5 kg) is gemeten bij het tillen van 50 kg (rood) en 100 kg (blauw) materiaal.

Hieruit is af te lezen dat de spreiding van de metingen bij het tillen van 100 kg veel groter is.



Figuur 1 Spreiding van de meetresultaten.

3.2 Kozijn



Gemiddeld tilgewicht

In onderstaande tabel 1 wordt het gemiddelde tilgewicht (afgerond op hele getallen) en de spreiding (laagste en hoogste gemeten waarde) weergegeven van de condities:

- Kozijn tillen met vier personen (positie aan het materiaal: A t/m D, zie foto 1).
- Kozijn tillen met twee proefpersonen (positie aan het materiaal: A en B, zie foto 2).

Per meetmoment in het parcours (respectievelijk: oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen en neerleggen), zijn de metingen vastgelegd.

De gemiddelde tilgewichten tussen de 26 en 29 kg zijn oranje gearceerd en de gemiddelde tilgewichten vanaf 30 kg zijn rood gearceerd.

Tabel 1 Gemiddelde (minimum en maximum) (in kg) van de conditie tillen kozijn met vier personen en tillen met twee personen.

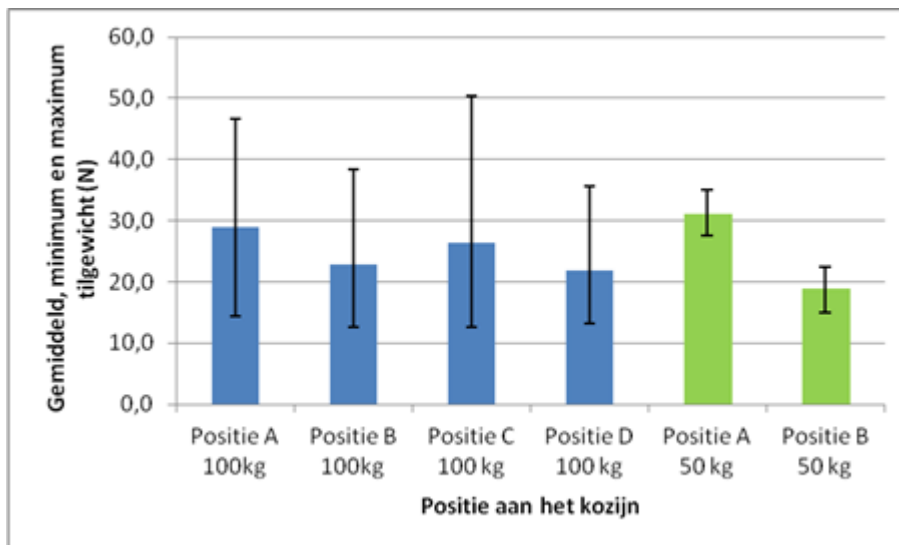
Tillen 4	Oppakken	Vasthouden	Manoeuvreren	Afstappen	Neerleggen	Gem.
A	27 (24-30)	25 (14-30)	30 (23-40)	35 (29-47)	28 (16-41)	29 (14-47)
B	25 (20-30)	27 (22-37)	24 (15-32)	18 (14-26)	20 (13-39)	23 (13-39)
C	27 (21-34)	24 (13-34)	22 (18-27)	28 (15-36)	32 (21-50)	26 (13-50)
D	22 (15-27)	24 (15-36)	24(18-29)	19 (15-24)	20 (13-26)	22 (13-36)
Tillen 2	Oppakken	Vasthouden	Manoeuvreren	Afstappen	Neerleggen	Gem.
A	32 (31-32)	29 (28-30)	35 (34-35)	31 (31-31)	29 (28-31)	31 (28-35)
B	19 (18-19)	21 (20-22)	15 (15-16)	19 (19-19)	21 (19-22)	19 (15-22)

Spreiding tilgewicht

Spreiding op posities aan het materiaal

In figuur 2 is het gemiddelde gewicht (blauwe en groene balkjes) en het minimale en maximale tilgewicht (verticale lijn in de balkjes) op de verschillende posities aan het kozijn voor zowel het tillen met vier personen (blauw) als het tillen met twee personen (groen) te zien.

Voor het tillen van 100 kg is de spreiding op positie D het kleinst; voor het tillen van 50 kg is geen verschil in spreiding tussen de posities A en B.

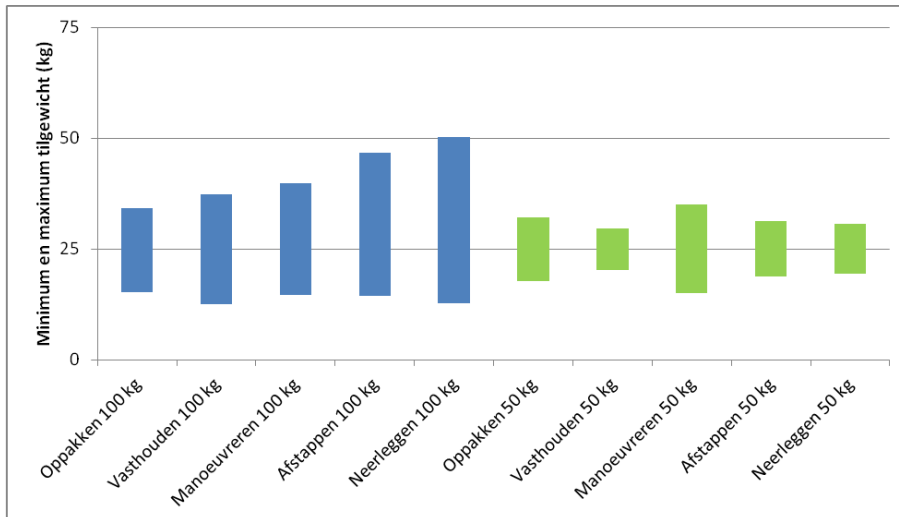


Figuur 2 Gemiddelde en minimum en maximum tilgewicht per conditie, bij het tillen van 100 kg en 50 kg kozijn.

Spreiding op meetposities in het parcours

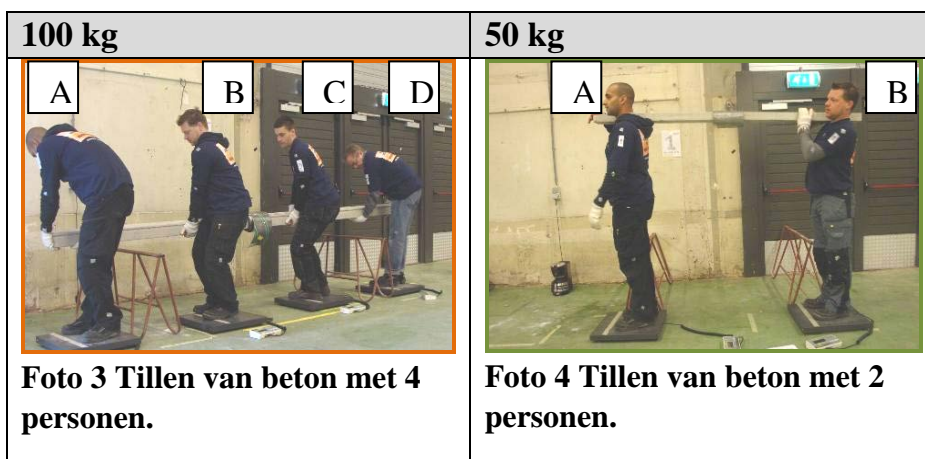
In de onderstaande figuur 3 is de spreiding (laagst en hoogst gemeten waarde) weergegeven per meetmoment (oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen en neerleggen).

- Voor het tillen met vier personen is er op alle meetmomenten een grotere spreiding dan bij het tillen met twee personen.
- Bij het vasthouden, afstappen en neerleggen is de spreiding bij het tillen van 100 kg veel groter dan bij het tillen van 50 kg.
- De spreiding is het grootst bij het neerleggen van 100 kg.



Figuur 3 Spreiding (minimum en maximum) van tilgewicht per meetmoment, bij het tillen van 100 kg en 50 kg kozijn.

3.3 Beton



Gemiddeld tilgewicht

In onderstaande tabel 2 wordt het gemiddelde tilgewicht (afgerond op hele getallen) en de spreiding (laagst en hoogst gemeten waarde) weergegeven van de condities:

- Beton tillen met vier personen (positie aan het materiaal: A t/m D, zie foto 3).
- Beton tillen met twee proefpersonen (positie aan het materiaal: A en B, zie foto 4).

Per meetmoment in het parcours (respectievelijk: oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen en neerleggen), zijn de metingen vastgelegd.

De gemiddelde tilgewichten tussen de 26 en 29 kg zijn oranje gearceerd en de gemiddelde tilgewichten vanaf 30 kg zijn rood gearceerd.

Tabel 2 Gemiddelde (minimum en maximum) van de conditie tillen beton met vier en tillen met twee proefpersonen (in kg).

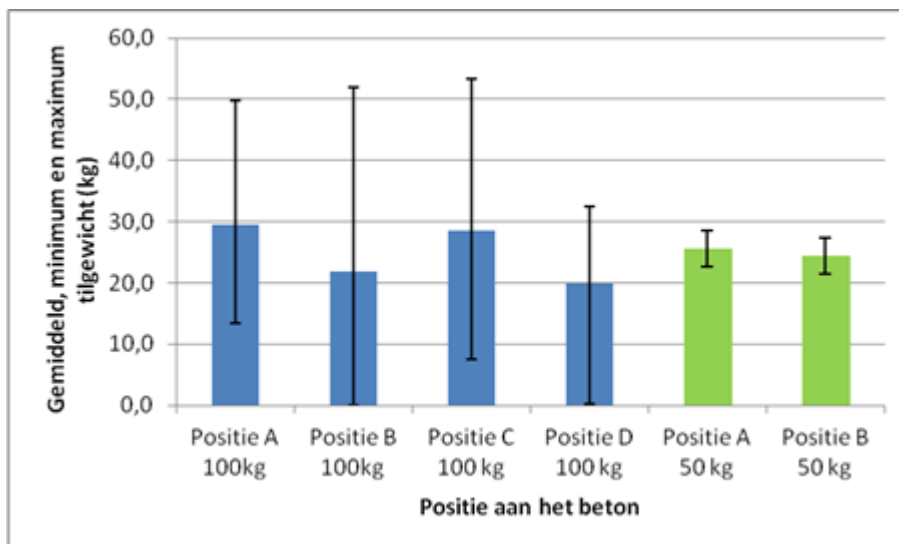
Tillen 4	Oppakken	Vasthouden	Manoeuvreren	Afstappen	Neerleggen	Gem.
A	22(15-29)	22 (14-30)	34 (16-50)	43 (37-48)	27 (17-33)	30 (14-50)
B	21 (14-29)	30 (7-52)	27 (0-48)	5 (0-10)	27 (21-32)	22 (0-52)
C	32 (25-46)	26 (8-52)	17 (8-23)	45 (31-53)	24 (20-29)	29 (8-53)
D	25 (15-32)	22 (12-32)	23 (13-27)	7 (0-17)	23 (21-26)	20 (0-32)
Tillen 2	Oppakken	Vasthouden	Manoeuvreren	Afstappen	Neerleggen	Gem.
A	25 (25-25)	25 (24-27)	26 (23-29)	27 (26-27)	26 (25-26)	26 (23-29)
B	25 (25-26)	25 (23-26)	24 (21-27)	23 (23-24)	24 (24-25)	24 (21-27)

Spreiding tilgewicht

Spreiding op de posities aan het materiaal

In figuur 4 is het gemiddelde gewicht (blauwe en groene balkjes) en het minimale en maximale tilgewicht (verticale lijn in de balkjes) op de verschillende posities aan het beton voor zowel het tillen met vier personen (blauw) als het tillen met twee personen (groen) te zien.

Voor het tillen van 100 kg is de spreiding op positie D het kleinst; voor het tillen van 50 kg is geen verschil in spreiding tussen de posities A en B.

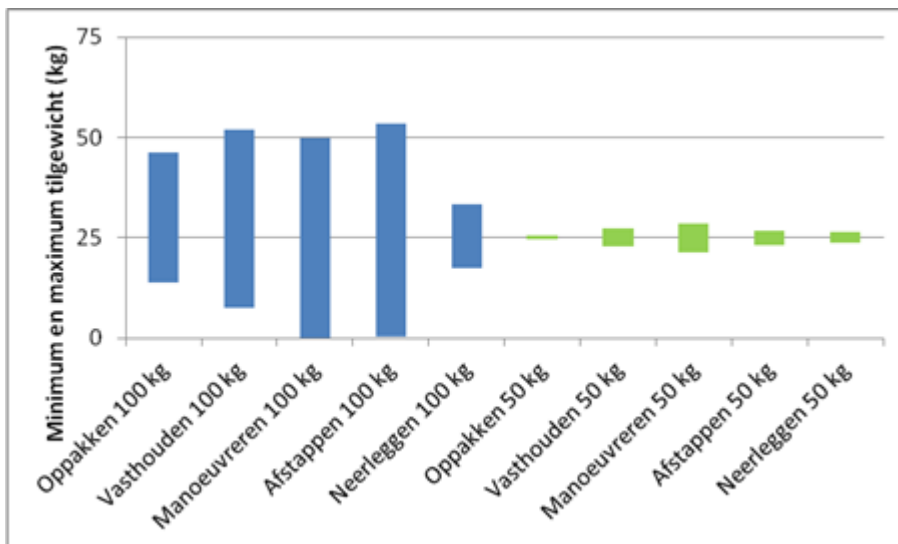


Figuur 4 Gemiddelde en minimum en maximum tilgewicht per conditie, bij het tillen van 100 kg en 50 kg beton.

Spreiding op de meetposities in het parcours

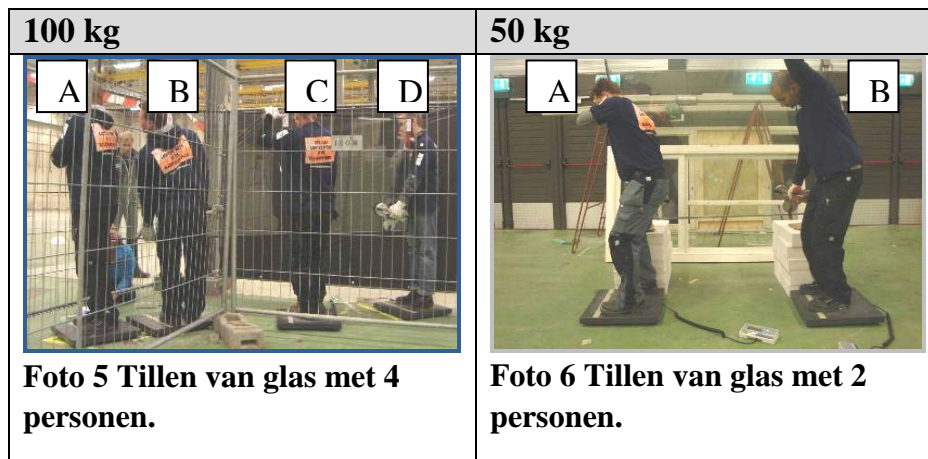
In de onderstaande figuur 5 is de spreiding (laagst en hoogst gemeten waarde) weergegeven per meetmoment (oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen en neerleggen).

- De spreiding is bij het tillen met vier personen veel groter dan bij het tillen met twee personen.
- De spreiding is het grootst bij het afstappen bij het tillen van 100 kg beton.



Figuur 5 Spreiding (minimum en maximum) van tilgewicht per meetmoment, bij het tillen van 100 kg en 50 kg beton.

3.4 Glas



Gemiddeld tilgewicht

In onderstaande tabel 3 wordt het gemiddelde tilgewicht (afgerond op hele getallen) en de spreiding (laagst en hoogst gemeten waarde) weergegeven van de condities:

- Glas tillen met vier personen (positie aan het materiaal: A t/m D, zie foto 5).
- Glas tillen met twee proefpersonen (positie aan het materiaal: A en B, zie foto 6).

Per meetmoment in het parcours (respectievelijk: oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen en neerleggen), zijn de metingen vastgelegd.

De gemiddelde tilgewichten tussen de 26 en 29 kg zijn oranje gearceerd en de gemiddelde tilgewichten vanaf 30 kg zijn rood gearceerd.

Tabel 3 Gemiddelde (minimum en maximum) van de conditie tillen glas met vier en tillen met twee proefpersonen (in kg).

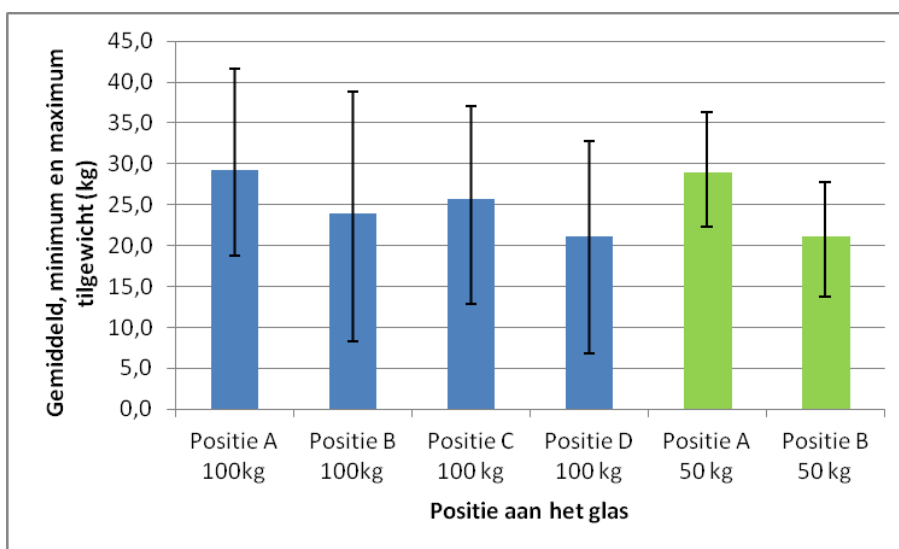
Tillen 4	Oppakken	Vasthouden	Manoeuvreren	Op- en afstapje	Wegleggen	Gem.
A	25 (19-31)	28 (23-33)	29 (19-36)	36(28-42)	29 (27-32)	29 (19-42)
B	28 (8-39)	25 (19-32)	25 (19-35)	16 (9-24)	25 (22-28)	24 (8-39)
C	23 (13-28)	23 (20-28)	22 (15-28)	33 (28-37)	27 (25-29)	26 (13-37)
D	24 (18-33)	25 (21-28)	24 (19-28)	14 (7-21)	19 (15-22)	21 (7-33)
Tillen 2	Oppakken	Vasthouden	Manoeuvreren	Op- en afstapje	Wegleggen	Gem.
A	28 (27-29)	28 (27-30)	28 (25-31)	34 (31-36)	27 (22-31)	29 (22-36)
B	22 (21-23)	22 (20-23)	22 (19-25)	16 (14-19)	23 (19-28)	21 (14-28)

Spreiding tilgewicht

Spreiding tussen de posities aan het materiaal

In figuur 6 is het gemiddelde gewicht (blauwe en groene balkjes) en het minimale en maximale tilgewicht (verticale lijn in de balkjes) op de verschillende posities aan het glas voor zowel het tillen met vier personen (blauw) als het tillen met twee personen (groen) te zien.

De spreiding is bij het tillen van 100 kg met vier personen groter dan bij het tillen van 50 kg met twee personen. Voor het tillen van 100 kg is de spreiding op positie B het grootst; voor het tillen van 50 kg is geen verschil in spreiding tussen de posities A en B.

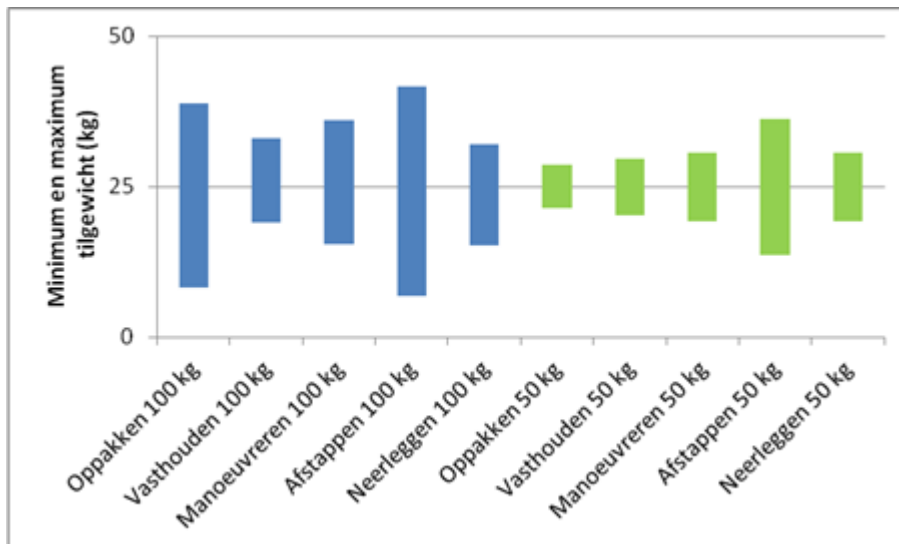


Figuur 3 Gemiddelde en minimum en maximum tilgewicht per conditie, bij het tillen van 100 kg en 50 kg glas.

Spreiding tussen de meetposities in het parcours

In de onderstaande figuur 7 is de spreiding (laagste en hoogste gemeten waarde) weergegeven per meetmoment (oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen en neerleggen).

- De spreiding is bij het tillen met vier personen veel groter dan bij het tillen met twee personen.
- Het verschil in spreiding tussen het tillen van 100 kg en 50 kg glas is het grootste bij het oppakken (grote spreiding bij oppakken van 100 kg, kleine spreiding bij het oppakken van 50 kg).
- De spreiding is het grootst bij het afstappen (100 kg).



Figuur 7 Spreiding (minimum en maximum) van tilgewicht per meetmoment, bij het tillen van 100 kg en 50 kg glas.

3.5 Conclusies gewichtsverdeling

- Zowel bij het tillen van 100 kg als bij het tillen van 50 kg wordt in de helft van de gevallen de 25 kg grens overschreden.
- Bij het tillen vooraan het materiaal (positie A) wordt de 25 kg grens het vaakst overschreden: bij 100 kg is dit in 72% van de gevallen, bij 50 kg is dit in 80% van de gevallen.
- Positie D (tillen van 100 kg) is de positie met de minste overschrijding van de 25 kg.
- Bij het hanteren van 100 kg is er een grotere spreiding in meetwaarden, dan bij het hanteren van 50 kg. Dit geldt voor:
 - Alle materialen;
 - Alle posities aan het materiaal;
 - Alle meetmomenten (oppakken, vasthouden, manoeuvreren, afstappen en neerleggen).
- Bij het tillen van glas is het verschil in spreiding tussen materiaal van 100 kg vs. 50 kg glas het kleinst, bij beton is de spreiding het grootst.

4 RUGBELASTING

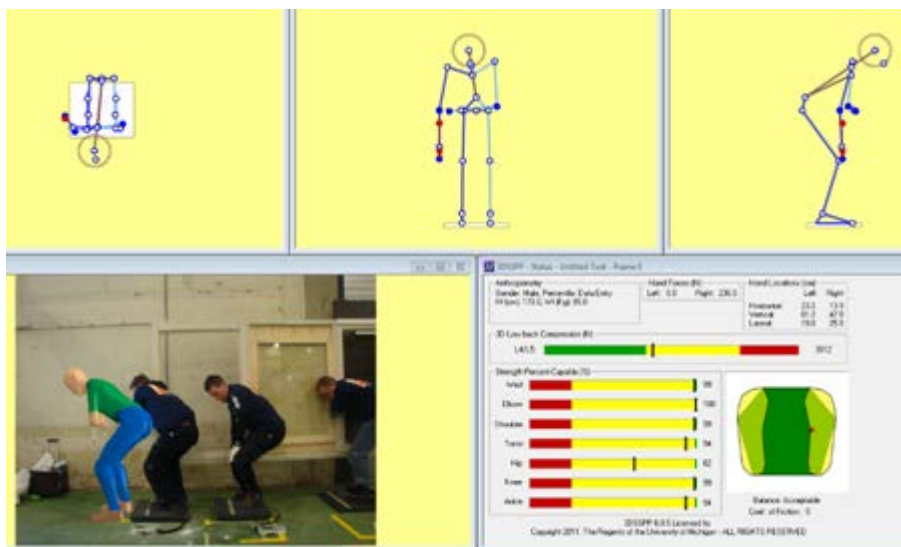
4.1 Chaffin

De maximale acceptabele compressiekracht op de lage rug is door NIOSH vastgesteld op 3400 N (Waters e.a., 1993). Deze gezondheidskundige grenswaarde beschermt 99% van de mannen en 75% van de vrouwen: bij het overschrijden van deze compressiekracht neemt de kans op lage rugklachten toe. Het gaat hierbij om een eenmalige meting: er is geen frequentiefactor in meegenomen.

De factor die het meest bepalend is voor de uiteindelijke rugbelasting, is de horizontale afstand tussen de enkels en het aangrijppunt op het materiaal. Bij het oppakken van het materiaal vanaf de grond of vanaf een schraag (of op een andere verhoging), dan wel bij het neerleggen in de eindpositie op een schraag is deze horizontale afstand het grootst (afhankelijk van het materiaal varieert de horizontale afstand van circa 15 tot 35 cm).

Op basis van kennis over effecten van lichaamshouding op de belasting op de onderrug, ondersteund door de resultaten van de metingen, waarin duidelijk werd dat vooral tijdens het oppakken, het afstappen en het neerleggen de hoogste tilgewichten en de grootste spreidingen van tilgewichten werd gezien, is met Chaffin voor deze pieken in tilgewichten, de rugbelasting bepaald.

Ook wordt door de proefpersonen aangegeven dat vooral het oppakken en neerleggen, maar ook het overbruggen van hoogteverschillen tijdens het op- en afstappen, meer belastend is dan de taken vasthouden en manoeuvreren.



Figuur 8 Voorbeeld van model met Chaffin.

In onderstaande paragrafen is voor het oppakken (paragraaf 4.2), het afstappen (paragraaf 4.3) en het neerleggen (paragraaf 4.4) de rugbelasting bepaald. Daartoe is de rugbelasting van één proefpersoon op de verschillende posities aan het materiaal bepaald in zowel de 100 als de 50 kg condities.

In onderstaande paragrafen wordt steeds de piekbelasting (worst case) weergegeven.

4.2 Piekbelasting tijdens het oppakken

Op de onderstaande foto's (foto 7 t/m 9) wordt het oppakken van de verschillende materialen weergegeven.



Foto 7 Oppakken kozijn, vier en twee personen.



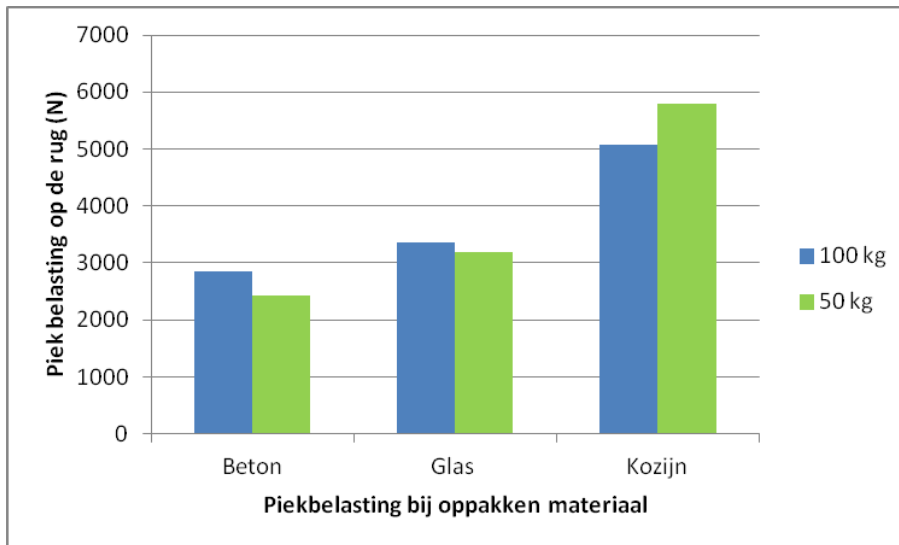
Foto 8 Oppakken beton, vier en twee personen.



Foto 9 Oppakken glas, vier en twee personen.

Uit figuur 9 is het volgende af te lezen:

- De piekbelasting op de rug bij het oppakken van beton en glas is bij het tillen van 100 kg met zijn vieren en bij het tillen van 50 kg met zijn tweeën vrijwel gelijk. Bij het oppakken van het kozijn is er een iets hogere belasting van de rug bij de 50 kg conditie.
- De piekbelasting is het hoogst bij het oppakken van het kozijn. De gezondheidkundige grenswaarde van 3400 N wordt zowel bij het oppakken van 50 kg als bij het oppakken van 100 kg ruim overschreden.



Figuur 9 Piekbelasting op de rug bij het oppakken van materiaal.

4.3 Piekbelasting bij het afstappen

Op onderstaande foto's (10 t/m 12) wordt het afstappen met de verschillende materialen weergegeven.



Foto 10 Afstappen kozijn, vier en twee personen.



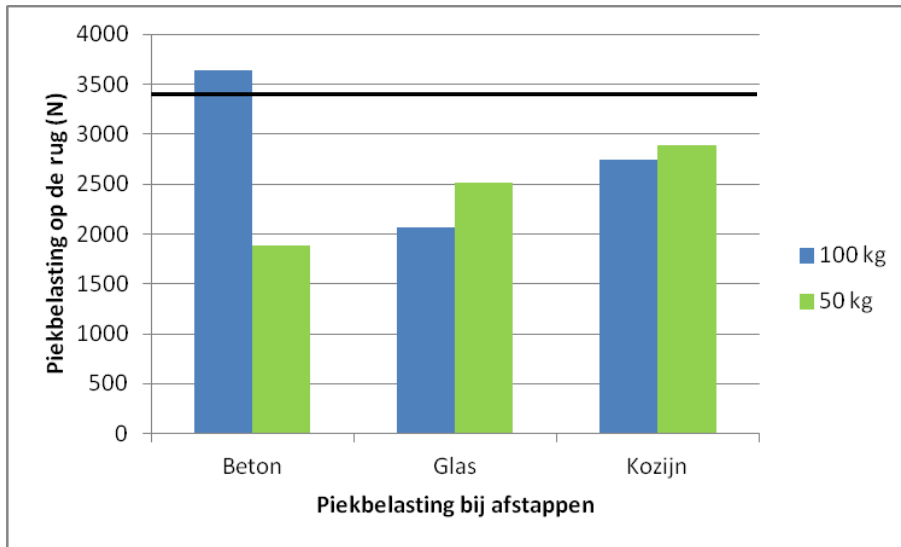
Foto 11 Afstappen beton, vier en twee personen.



Foto 12 Afstappen glas vier en twee personen.

In figuur 9 is het volgende te zien:

- De piekbelasting op de rug is bij het afstappen met beton veel groter bij het tillen van 100 kg met zijn vieren dan bij het tillen van 50 kg met zijn tweeën. Bij het afstappen met glas en kozijn is er bijna geen verschil tussen 50 kg en 100 kg.
- De piekbelasting is het hoogst bij het afstappen met beton van 100 kg met vier personen. De gemeten waarde overschrijdt de gezondheidskundige grenswaarde van 3400 N.



Figuur 4 Piekbelasting op de rug bij het neerleggen van materialen.

4.4 Piekbelasting neerleggen

Op de onderstaande foto's (13 t/m 15) wordt het neerleggen van de verschillende materialen getoond.



Foto 13 Neerleggen kozijn vier en twee personen.



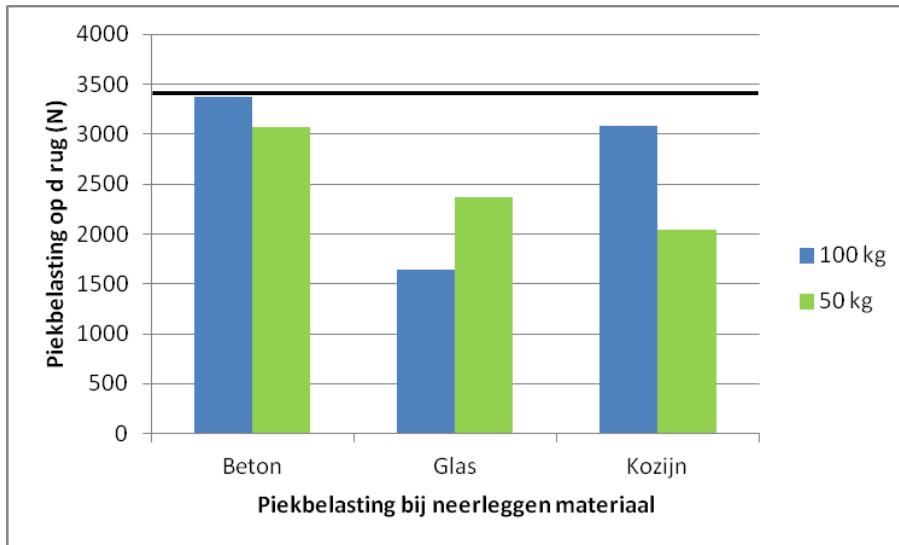
Foto 14 Neerleggen beton vier en twee personen.



Foto 15 Neerleggen glas vier en twee personen.

Uit onderstaande figuur is het volgende af te lezen:

- De piekbelasting op de rug is bij het neerleggen van kozijn groter bij het tillen van 100 kg met zijn vieren dan bij het tillen van 50 kg met zijn tweeën. Bij het neerleggen van het glas geeft het tillen van 50 kg met zijn tweeën een hogere rugbelasting.
- De piekbelasting is het hoogst bij het neerleggen van het beton en zit tegen de gezondheidkundige grenswaarde van 3400 N aan. Er is weinig verschil in rugbelasting tussen het neerleggen van beton van 100 kg en van 50 kg.



Figuur 5 Piekbelasting op de rug bij het neerleggen van materialen.

4.5 Conclusies rugbelasting

Voor de uiteindelijke rugbelasting is vooral de houding waarin getild wordt van groot belang, waarbij een grote horizontale afstand en een gebogen en/of gedraaide romp tot een hogere rugbelasting leiden.

Oppakken

- Er is geen overtuigend verschil gevonden in de rugbelasting tussen het oppakken van 100 kg met vier personen en 50 kg met twee personen.
- Het oppakken van een kozijn van 100 kg en van 50 kg overschrijdt de gezondheidskundige grenswaarde van 3400 N. Dit wordt veroorzaakt door een combinatie van ongunstige griphoogte (gebogen houding), een onevenredige verdeling van het gewicht én onvoldoende ruimte voor de knieën, waardoor een meer gedraaide romp ontstaat.

Afstappen

- Bij het afstappen met glas en kozijn zijn geen verschillen in rugbelasting waargenomen tussen het tillen van 50 kg en 100 kg; bij het afstappen met beton is er wél een groot verschil gevonden tussen de 50 kg (circa 1800 N) en de 100 kg (circa 3600 N) conditie.
- Bij het afstappen zijn geen hoge rugbelastingen (<3400 N) geconstateerd, behalve voor het afstappen met 100 kg beton. Deze piek van circa 3600 N is gemeten op de voorste positie (A) bij het tillen van beton. Door het hoogte verschil tussen de personen tijdens het afstappen, wordt de 100 kg voornamelijk door twee personen gedragen: de persoon op de positie vooraan (positie A, draagt circa 46 kg) en de persoon die als derde (positie C, draagt circa 30 kg) staat; zie foto 11. Ondanks de gunstige rechtop staande houding veroorzaakt deze scheve verdeling van de gewichten de hoge rugbelasting. Bij het tillen van 50 kg beton met twee personen, is deze verdeling van het tilgewicht veel gelijkmatiger (circa 23 vs. 27 kg per persoon), waardoor ook de rugbelasting minder hoog (circa 1800 N) uitkomt.

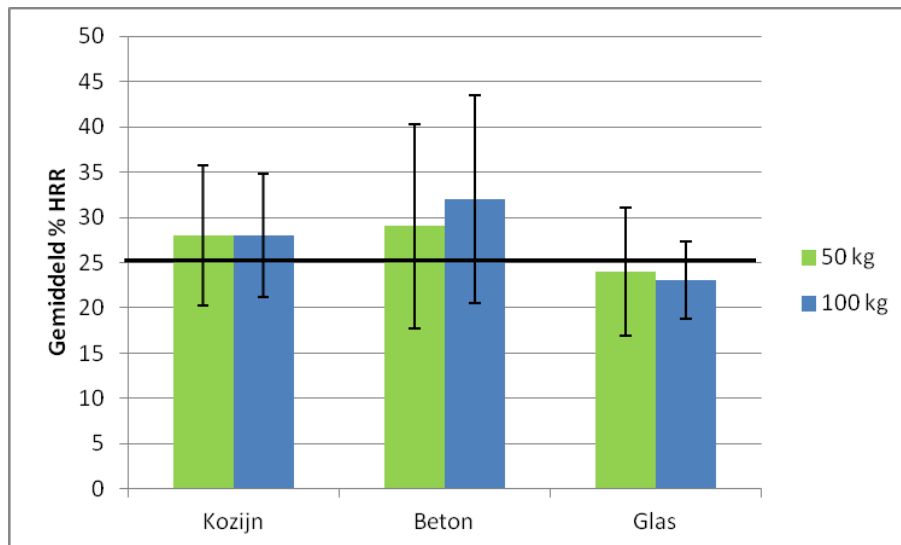
Neerleggen

- Bij het neerleggen van glas en kozijnen is er geen eenduidig verschil tussen de 50 kg en de 100 kg condities.
- In geen van de gevallen wordt de gezondheidskundige grenswaarde van 3400 N overschreden. De rugbelasting is het hoogst bij het neerleggen van beton, zowel bij 50 kg (circa 3000 N) als bij 100 kg (circa 3400 N). Omdat betonnen lateien in de praktijk op hoogte worden geplaatst, is dit ook in dit onderzoek op deze manier uitgevoerd. Door het op hoogte moeten plaatsen ontstaat er meer afstand tussen de positie waar het materiaal wordt vastgehouden en de enkels en ontstaat er meer draaiing van de rug. Hierdoor neemt de rugbelasting toe.

5 ENERGETISCHE BELASTING

5.1 Heart Rate Reserve (HRR)

Tijdens het lopen van de proefronde is voor elk materiaal en bij alle proefpersonen de hartslagfrequentie bepaald. Het betreft een indicatieve meting. In de onderstaande figuur is het gemiddeld %HRR¹ weergegeven tijdens het dragen van de verschillende materialen in het parcours.



Figuur 6 %HRR per materiaal, inclusief de standaarddeviatie.

Het %HRR is ongeveer gelijk voor het tillen van 50 kg en het tillen van 100 kg. Dit geldt voor alle materialen. Het %HRR is het laagst bij het tillen van glas.

5.2 Conclusie hartslagfrequentie

Op basis van de indicatieve meting van de hartslagfrequentie wordt geen verschil gevonden in het %HRR bij het tillen van 100 kg met vier personen en het tillen van 50 kg met twee personen.

Voor het %HRR als relatieve hartslagfrequentie geldt 24-25% als norm voor een 8-urige werkdag (Wu & Wang, 2002). Echter, omdat het in dit onderzoek gaat over een piekbelasting, kan geen uitspraak gedaan worden over het al dan niet overschrijden van de norm. Om te bepalen of deze norm wordt overschreden, zijn metingen gedurende representatieve werkdagen noodzakelijk.

¹ HRR = Heart Rate Reserve. Zie toelichting in bijlage 1, paragraaf 1.3.

6 ERVAREN BELASTING

6.1 Opmerking vooraf

Meetdag 1, waarbij de condities van 100 kg met alle materialen werd gemeten, was veel langer en veel vermoeiender dan meetdag 2 met de 50 kg condities. Doordat de proefpersonen op deze meetdag 1 vier keer zoveel metingen hebben moeten ondergaan ervaren ze deze dag als veel vermoeiender, inspannender en ervaren ze meer lichamelijk ongemak dan op meetdag 2.

Nota Bene

Op de gemeten vermoeidheid, inspanning en lokaal ervaren ongemak wordt niet verder ingegaan omdat het aantal tilmomenten op de meetdagen niet overeenkomen met die op een praktijkdag.

6.2 Ervaringen proefpersonen

Algemeen

Door alle vier de proefpersonen wordt het tillen met vier personen als zwaarder ervaren. Vooral tijdens het oppakken en neerleggen is een goede onderlinge afstemming belangrijk. Een grote spreiding in tilgewichten tussen de proefpersonen kan daarmee worden voorkomen.

Ook het dragen van het materiaal met vier personen wordt als meer belastend ervaren. Ook hiervoor geldt: met vier personen is het lastiger om precies tegelijk en in hetzelfde cadans voort te bewegen.

Het op- en afstappen vindt men met vier personen zwaarder dan met twee personen omdat het lastig is het gewicht steeds goed over de vier personen te verdelen bij het nemen van de op- en afstap.

Positie aan het materiaal

De positie vooraan het materiaal wordt door de proefpersonen als meest belastend ervaren: je bent verantwoordelijk voor het sturen en hebt geen zicht op wat anderen doen.

Bij het tillen met vier personen vindt men de midden posities C en D lastig omdat je je op deze posities vooral moet aanpassen aan degene die vooraan en achteraan lopen. Op deze posities is er de minste bewegingsvrijheid, vooral als er gemanoeuvreed moet worden.

Het liefst loopt men achteraan: daar is het meeste overzicht en kan men zich het beste aanpassen aan de wijze van bewegen van de anderen.

Materiaalervaringen

Door de proefpersonen wordt unaniem aangegeven dat het tillen van het kozijn van 100 kg het meest belastend is, vooral op de middenposities B en C. Dit wordt veroorzaakt door de slechte grip op die plekken in combinatie met het gebrek aan beenruimte. Daarnaast wordt van het kozijn van 100 kg gezegd dat het ‘onhandig groot en lomp’ is.

Beton vindt men ook lastig om te tillen, omdat het materiaal op de schouders wordt gedragen. Dit is lokaal pijnlijk (drukpijn), maar wordt als minder belastend voor de rug ervaren. De lichaamslengte van de proefpersonen is cruciaal bij het tillen op de schouder. Bij ongelijke lichaamslengte kan het gewicht niet gelijk verdeeld worden over de proefpersonen. Glas tilt het fijnste, vooral vanwege de grip met de zuigers en het feit dat je zelf een prettige tilhoogte kunt kiezen.

6.3 Conclusie ervaren belasting

Op basis van bovenstaande paragrafen kan het volgende worden geconcludeerd:

- Men vindt het hanteren van de bouwmaterialen van 100 kg zwaarder dan het hanteren van de bouwmaterialen van 50 kg: het is lastiger om tegelijkertijd te tillen en in cadans te lopen.
- Vooraan het materiaal (positie A) vindt men de meest belastende positie: er is weinig overzicht en je hebt de verantwoordelijkheid voor het sturen.
- Achteraan tilt het fijnst; dit geldt zowel voor 100 kg als voor 50 kg materiaal: men kan volgen wat de anderen doen en zich gemakkelijker aanpassen aan veranderingen in de beweging.
- Kozijn (100 kg) vindt men het lastigste materiaal om te tillen: grip is slecht, vooral op de middenposities en er is weinig beenruimte om een goede houding aan te nemen.
- Beton (50 en 100 kg) wordt ook als zwaar genoemd, maar vooral vanwege het dragen op de schouders (drukpijn), en het belang van gelijke lichaamslengte tussen de proefpersonen (geldt vooral voor de 100 kg).
- Glas (50 en 100 kg) vindt men het fijnst om te tillen en dragen: goede grip en vrijheid van til- en draaghoogte met de zuigers.

7 DISCUSSIE

De hoofdvraag van het onderzoek was of het tillen van bouwmaterialen van 100 kg met vier personen meer belastend is dan het tillen van bouwmaterialen van 50 kg met twee personen. Het onderzoek is pragmatisch ingestoken, waarbij over verschillende onderwerpen gediscussieerd kan worden.

7.1 Keuze voor bouwmaterialen

In de voorbereiding naar het onderzoek is een afweging gemaakt welke bouwmaterialen in te zetten bij het onderzoek. Daarbij is gekeken naar materialen waarvan bekend is dat deze in de praktijk weleens handmatig worden getild / gedragen, ondanks dat deze zwaarder zijn dan 50 kg.

Ook is er gekozen voor een zo groot mogelijke diversiteit aan materialen wat betreft vorm en gewichtsverdeling. Er is gekozen voor kozijn, beton en glas. Dit hadden ook andere materialen kunnen zijn.

7.2 Parcours

Het oorspronkelijke idee was om het onderzoek uit te voeren op een bouwterrein. Vanwege logistiek (het parcours moest tijdens de onderzoeksmethode in tact blijven) is ervoor gekozen om het onderzoek uit te voeren in een loods en de kenmerken van praktijksituaties hierin na te bootsen. Omdat in de voorbereiding mensen uit de praktijk zeer nauw zijn betrokken bij de samenstelling van het parcours, en het feit dat er niet continu is gemeten, maar op vaste meetmomenten, verwachten wij niet dat dit de resultaten heeft beïnvloedt.

7.3 Proefpersonen

De proefpersonen hadden geen ervaring in het samenwerken met vier personen. De afstemming tussen vier personen, het tegelijkertijd tillen en tegelijkertijd lopen, werd door hen als moeilijk ervaren. Door de afwezigheid van ervaring in het tillen met vier personen is het mogelijk dat de rugbelasting (maar ook de ervaren belasting) minder gunstig is, in vergelijking met het tillen met twee personen.

Bovendien bestond meetdag 1, waarop metingen zijn uitgevoerd met de 100 kg materialen, uit veel meer metingen dan meetdag 2. Dit kan tevens de door de proefpersonen hoger ervaren belasting op meetdag 1 beïnvloedt hebben.

7.4 Meetmethode

Wijze van meten

De meetinstrumenten (weegschaal) en verwerkingsmethode (Chaffin) die gebruikt zijn in dit onderzoek, zijn alleen van toepassing op het meten van statische houdingen. Bovendien wordt in Chaffin geen rekening gehouden met de frequentie (hoe vaak komt deze houding per tijdseenheid voor).

Tijdens het uitvoeren van de metingen is duidelijk geworden dat er tijdens het lopen van het parcours zeer grote schommelingen zijn in het te tillen gewicht en in de rugbelasting. Het 'in cadans' lopen is zelfs voor een goed op elkaar ingespeeld team niet eenvoudig. Omdat gemeten is op vaste momenten, komen deze variaties niet uit de resultaten. Mogelijk komen er tijdens de beweging dus nog hogere krachten op de rug, dan nu uit het onderzoek naar voren komt.

Zo is bijvoorbeeld het afstappen in één houding (terwijl de proefpersonen stilstaan) gemeten. Terwijl tijdens de beweging afstappen waarschijnlijk grotere pieken in rugbelasting zullen ontstaan. Deze verwachting komt overeen met de ervaren belasting van de medewerkers.

Het ontbreken van de cadans betekent dat tijdens het dragen van de materialen de proefpersonen wisselend te maken hebben gehad met hogere pieken in de rugbelasting dan nu is berekend.

Rugbelasting

Bij het presenteren van de resultaten van de rugbelasting is er voor gekozen om slechts van één proefpersoon van de drie ongunstigste taken, de rugbelasting weer te geven (het betreft een praktijkonderzoek, geen wetenschappelijk onderzoek). De keuze hiervoor is gemaakt op basis van efficiëntie in combinatie met het feit dat betreffende proefpersoon steeds een vergelijkbare (eigen) tiltechniek toepast. Er kan echter gediscussieerd worden over de hoogte van de rugbelasting omdat een andere persoon, met een andere tiltechniek, een andere rugbelasting zal hebben. De verhoudingen tussen de verschillende condities zullen vergelijkbaar zijn bij andere proefpersonen.

Vermoeidheid

De meetdagen vonden direct achter elkaar plaats, waarbij op meetdag 1 de bouwmaterialen van 100 kg zijn getild en op meetdag 2 de bouwmaterialen van 50 kg. Aangezien twee van de proefpersonen op beide meetdagen zijn ingezet, kan vermoeidheid op dag twee van invloed zijn op de resultaten. Beiden proefpersonen rapporteren namelijk aan het begin van dag 2 enige vermoeidheid (ten gevolge van de inspanningen van de dag ervoor), terwijl zij dit niet rapporteerden aan het begin van dag 1.

Draaiboek van de meetdagen

Vanwege de gekozen onderzoeksopzet om zo efficiënt mogelijk de metingen te verzamelen, zijn steeds per bouw materiaal alle metingen uitgevoerd. Op meetdag 1 bijvoorbeeld zijn eerst alle meetmomenten met kozijn, vervolgens met glas en daarna met beton gemeten. Toename van vermoeidheid en ervaren belasting heeft dus meer te maken met het aantal tilhandelingen, dan met het materiaal.

8 CONCLUSIE EN ADVIES

8.1 Conclusie

Het aantal keren dat de grens van 25 kg wordt overschreden is bij het tillen van 100 kg en bij het tillen van 50 kg vergelijkbaar. Bij het tillen van bouwmaterialen van 100 kg wordt echter in pieken beduidend meer gewicht getild dan het tillen van materialen van 50 kg, soms zelfs meer dan 50 kg per persoon. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de grote spreiding in meetresultaten bij de 100 kg condities.

Wat betreft de rugbelasting is er geen overtuigend verschil gevonden tussen de 50 en de 100 kg condities. Een uitzondering hierop is het tillen van 100 kg beton van een afstapje. In dit laatste geval was de rugbelasting bij het tillen van 100 kg veel hoger dan bij het tillen van 50 kg.

Wel zijn overschrijdingen van de gezondheidkundige grenswaarde van 3400 N op de onderrug geconstateerd. Vooral het oppakken van kozijn (zowel bij de 50 kg als de 100 kg) leidt tot een rugbelasting boven de grenswaarde. Dit wordt veroorzaakt door een grote horizontale afstand van de proefpersoon tot het kozijn in combinatie met een gebukte en gedraaide houdingen. Deze ongunstige houding wordt veroorzaakt door een gebrek aan beenruimte en onvoldoende grip op het materiaal.

Alle proefpersonen geven aan het tillen met vier personen (100 kg) meer belastend, zwaarder en lastiger te vinden dan het tillen met twee personen (50 kg).

Vanwege de hoge tilgewichten die in pieken voorkomen bij het tillen van 100 kg bouw materiaal, rekening houdend met de ervaren belasting van de proefpersonen, wordt het handmatig tillen van materialen van 100 kg met vier personen afgeraden.

8.2 Randvoorwaarden bij teamtillen

Voor alle gemeten materialen zou echter een uitzondering op de regel, handmatig maximaal 50 kg met twee personen tillen, wenselijk zijn. In de praktijk zijn er soms situaties waarbij inzet van een kraan of een ander tilhulpmiddel, technisch niet mogelijk en/of zelfs onveilig is. Het voldoen aan randvoorwaarden is dan erg belangrijk, vooral tijdens het oppakken en het wegleggen van het bouw materiaal, alsmede tijdens het lopen met het bouw materiaal omdat daar sprake is van piekbelasting.

Het voldoen aan de randvoorwaarden zal het lastigste te realiseren zijn voor het tillen en dragen van een kozijn.

Onder de volgende voorwaarden zou het teamtillen voor maximaal 100 kg in uitzonderingssituaties wél mogelijk moeten zijn:

- Aangetoond is de inzet van een kraan of ander hulpmiddel niet mogelijk of onveilig is.
- Het team van vier personen is goed op elkaar ingewerkt; er is een ‘aanvoerder’ aangewezen die de commando’s geeft.
- De vier personen hebben minimaal 80 cm bewegingsruimte per persoon om de ergonomisch meest gunstige houdingen te kunnen aannemen (men mag elkaar niet in de weg lopen).
- Er is sprake van een goede begaanbaarheid, zonder grote hoogteverschillen zoals op- en afstapjes van > 30 cm hoogte, trappen en ladders.
- Het materiaal kan goed worden vastgepakt, of er wordt voor gezorgd dat het materiaal goed kan worden vastgepakt.
- Het handmatig hanteren van materialen tussen de 50 en 100 kg gebeurt maximaal 1x per dag.

Opmerking

Wanneer het maximaal te tillen gewicht wordt verlaagd van maximaal 100 kg met vier personen naar maximaal 75 kg met vier personen zouden een aantal randvoorwaarden kunnen vervallen. De veronderstelling is dat de spreiding in gewichtsverdeling dan aanzienlijk lager zal zijn dan in dit onderzoek is vastgesteld voor het tillen van bouw materiaal van 100 kg met vier personen, waardoor het tillen van 75 kg met vier personen veel gunstiger zal zijn voor de uiteindelijke rugbelasting.

BIJLAGE 1: METHODE

Literatuurstudie

In dit deel wordt het eerder genoemde onderzoek van de betonstaalvlechters en andere informatie via internetresearch als basis genomen om te komen tot criteria en randvoorwaarden voor teamtillen. Specifiek zullen er criteria voor de last (vorm en omvang), voor de taak en voor de begaanbaarheid (looproute) geformuleerd worden.

Praktijkonderzoek

Proefpersonen

Er doen minimaal vier proefpersonen mee aan het onderzoek met ervaring in de bouw. De proefpersonen zijn gezonde mannen, die vrij zijn van klachten. Het is voor het onderzoek niet van belang wat de lengte van de proefpersonen is. Hiervoor wordt gecorrigeerd door te wisselen van til/draagpositie.

Meetinstrumenten

Ten behoeve van het onderzoek zijn de volgende meetinstrumenten ingezet:

Tabel 1 Meetinstrumenten.

Onderwerp	Foto
<ul style="list-style-type: none"> – Voor het vastleggen van de gewichtsverdeling zijn industrieweegschalen gebruikt (Kern, Platformweegschaal, 300 kg). 	
<ul style="list-style-type: none"> – Voor het bepalen van de rugbelasting volgens Chaffin is het 3DSSPP digitale programma toegepast. 	
<ul style="list-style-type: none"> – De hartslagfrequentie is gemeten met de Polar RS 400. 	
<ul style="list-style-type: none"> – De ervaren belasting is bepaald met de vermoeidheidsschaal, de inspanningsschaal en LEO. 	<p>Zie bijlage 3.</p>

Beschrijving meetopstelling

In een loods worden metingen verricht waarbij de praktijksituatie zo goed mogelijk nagebootst wordt.

- Voorafgaande aan de meetdagen heeft een testdag plaats gevonden waarop de opstelling en de meetmethode werd getest. Experts met betrekking tot het tillen van de diverse bouwmaterialen zijn aanwezig om een zo realistisch mogelijk parcours te maken. Cameraopstellingen en posities van de weegschalen werden getest.
- De metingen werden uitgevoerd op twee meetdagen.
 - Dag 1: vier medewerkers die 100 kg tillen en dragen
 - Dag 2: twee medewerkers die 50 kg tillen en dragen.
- Per bouw materiaal is het parcours getest; gekozen is voor hetzelfde parcours voor alle bouwmaterialen, zowel voor de 50 als de 100 kg.

Bij het lopen van de routes wordt op vijf verschillende momenten het lopen stilgezet voor enkele seconden om vanaf de zijkant (sagittaal) en soms frontaal (bij het oppakken M1 en het wegleggen M5) een foto te maken van de lichaamshouding en bepaling van het tilgewicht door de stand op de weegschalen vast te leggen:

Meetmomenten in het parcours	Toelichting
	M1 = oppakken van het materiaal Op de foto wordt met vier personen glas opgetild; de proefpersonen op positie C en D aan het materiaal zijn te zien.
	M2 = vasthouden van het materiaal Op de foto betreft het dragen van een betonnen latei met twee personen.



M3 = manoeuvreren met het materiaal door een smalle doorgang

Foto: met vier personen wordt glas door de doorgang verplaatst.



M4 = op- en afstappen van een obstakel

Foto: met twee personen wordt een kozijn over een obstakel gedragen.



M5 = wegleggen van het materiaal op de plaats van montage

- Betonnen latei wordt doorgaans boven schouderhoogte gemonteerd; zo ook in dit parcours, zie foto links (proefpersonen op positie A en B zijn op de foto te zien).
- Kozijnen en glas wordt doorgaans op een gemetseld muurtje (gevelopening) respectievelijk in een kozijn geplaatst; zo ook in dit parcours; zie onderste foto (proefpersonen op de posities A, B en C zijn op de foto te zien).



Afhankelijke variabelen: dataverzameling

Gewichtsverdeling

Met behulp van weegschalen wordt bepaald wat de gewichtsverdeling van de last is tussen de verschillende proefpersonen. Op vijf punten op het parcours zal de gewichtsverdeling worden bepaald.

Per materiaal wordt het door de betreffende proefpersoon getilde gewicht (= belasting op de weegschaal minus het lichaamsgewicht van de betreffende proefpersoon) bepaald. De afwijking ten opzichte van het gemiddelde gewicht van 25 kg per persoon zal worden bepaald.

Belasting op onderrug

De tilhouding van de proefpersonen (vanaf sagittaal) wordt op de punten in het parcours op foto vastgelegd. Door op de kleding van de proefpersonen een referentie meetlat te plakken, kan naderhand de precieze tilhouding (gewrichtshoeken, afmetingen) in worden gevoerd in het software programma “3DSSPP” en kan de belasting op de onderrug worden bepaald.

Energetische belasting

De energetische belasting wordt uitgedrukt als percentage van de Heart Rate Reserve (%HRR) (Karvonen e.a., 1957). De %HRR is een maat waarmee de hartslagfrequentie gestandaardiseerd wordt waardoor personen onderling vergeleken kunnen worden, en wordt als volgt berekend: $\% \text{HRR} = (\text{HF}_{\text{taak}} - \text{HF}_{\text{rust}}) / (\text{HF}_{\text{max}} - \text{HF}_{\text{rust}}) \times 100\%$.

In dit onderzoek wordt indicatief het %HRR bepaald. Tijdens het lopen van het proefrondje wordt de hartslag gemeten met de Polar® RS 400. Vanwege de gekozen onderzoeksopzet kunnen geen relevante meetgegevens worden verkregen door gedurende de gehele onderzoeksdagen de hartslag te registreren.

Ervaren belasting

Voorafgaande aan elke meetconditie (combinatie materiaal en gewicht), na het lopen van de proefronde en na het uitvoeringen van de metingen per meetconditie (combinatie materiaal en gewicht) werd met de vermoeidheidsschaal en de inspanningsschaal de ervaren belasting bepaald.

Onafhankelijke variabelen

Parcours

Er wordt een looproute gemaakt met een realistische afspiegeling van de werkelijkheid voor elk bouw materiaal.

Soorten bouw materiaal

Om een breed draagvlak te krijgen voor de uitkomsten van dit onderzoek worden meerdere soorten onverpakt bouw materialen getild en gedragen. Gekozen is voor glas, kozijn en betonnen lateien.

Gewicht van bouw materiaal

Per bouw materiaal wordt het parcours afgelegd met gewichten van 50 kg (twee personen) en 100 kg (vier personen).

Positie tijdens tillen

Om te voorkomen dat de resultaten worden beïnvloed door de lengte van de proefpersoon, wordt gewisseld van positie.

Randvoorwaarden

Het project wordt uitgevoerd op basis van de volgende randvoorwaarden:

- Meetomstandigheden zijn een reële afspiegeling van de praktijk.
- Criteria voor last en taak zijn goed beschreven.
- Proefpersonen kennen de praktijk (eigen ervaring, of goed geïnformeerd met beeldmateriaal).
- De mechanische belasting op de onderrug wordt bepaald op basis van fotomateriaal en kenmerken van de last en taak.
- Indicatief bepalen van de energetische belasting maakt onderdeel uit van het project.
- Een gebruikersonderzoek naar ervaren belasting met behulp van de vermoeidheidsschaal, inspanningsschaal en LEO maakt onderdeel uit van het project.

BIJLAGE 2: VOORBEREIDING

Locatie

In overleg met experts uit de praktijk is gekozen voor een binnen locatie waar een parcours kan worden uitgezet. Redenen daarvoor waren dat het werk van de glaszetter veelal in renovatiepanden plaats vindt. Ook de montage van de andere gekozen bouwmaterialen gebeurt veelal in renovatiepanden.

Bovendien werd gezocht naar een locatie waar het parcours gedurende de onderzoeksperiode in tact kon blijven. Dit kon gerealiseerd worden in Eindhoven in het Klokgebouw op Strijp S.

Parcours


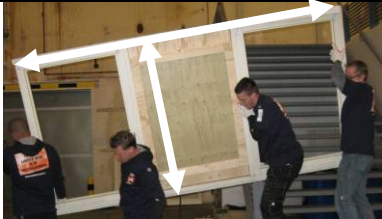
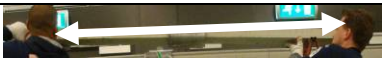



Op basis van eerder opgedane kennis met het tillen van glas (herziening A blad Glaszetten) en andere bouwmaterialen, alsmede de inbreng van experts tijdens de testdag, een parcours uitgezet met elementen die bij het tillen van de diverse bouwmaterialen dagelijkse praktijk werden genoemd.

Bouwmaterialen

Het experiment werd met drie verschillende soorten bouwmaterialen gedaan, namelijk glas, kozijn en betonnen lateien. De keuze voor deze bouwmaterialen is gemaakt vanwege het feit dat het materialen betreft waarvan bekend is dat het geregeld in de praktijk voorkomt dat deze handmatig worden getild / verplaatst. Ook als de materialen zwaarder zijn dan de door de arbeidsinspectie toegestane 50 kg. Daarnaast is gekozen voor een zo groot mogelijke diversiteit wat betreft afmetingen en gewichtsverdeling:

- Glas is veelal rechthoekig.
- Kozijn heeft een ongelijke gewichtsverdeling.
- Betonnen latei is langwerpig.

In onderstaande tabel staan de kenmerken van de last beschreven.

Materiaal	50 kg H x B x D	100 kg
Kozijn	 121 x 211 x 12 cm	 148 x 303 x 12 cm
Beton	 14 x 203 x 6 cm	 12 x 361 x 10 cm
Glas	 143 x 155 x 0,4 cm	 100 x 285 x 0,6 cm

Proefpersonen

Voor het onderzoek zijn vier proefpersonen beschikbaar gesteld door twee bedrijven. Het betreft alle gezonde proefpersonen met ervaring in de bouw. Gekozen is voor glaszetters, omdat met name voor het tillen van glas een speciale techniek vereist is. Om de techniek van het tillen van kozijn en beton onder de knie te krijgen, was tijdens de testdag een expert met betrekking tot het hanteren van deze bouwmaterialen aanwezig.

De proefpersonen zijn toegewezen door de bedrijven, met als enige voorwaarde dat men in goede gezondheid moest verkeren en vrij moest zijn van lichamelijke klachten. Er is niet geselecteerd op leeftijd of lengte. De proefpersoon kenmerken staan beschreven in onderstaande tabel.

	Pp1	Pp2	Pp3	Pp4
Leeftijd	31 jaar	33 jaar	24 jaar	41 jaar
Lengte	178 cm	170 cm	177 cm	180
Gewicht	84,6 kg	85 kg	74,7 kg	77
Ervaring	5 maanden	15 jaar	2 jaar	12 jaar
Gezondheid	Zeer goed	Goed	Zeer goed	Goed

BIJLAGE 3: SCHALEN ERVAREN BELASTING

Vermoeidheidsschaal

Tijd: _____ (VOOR / NA)

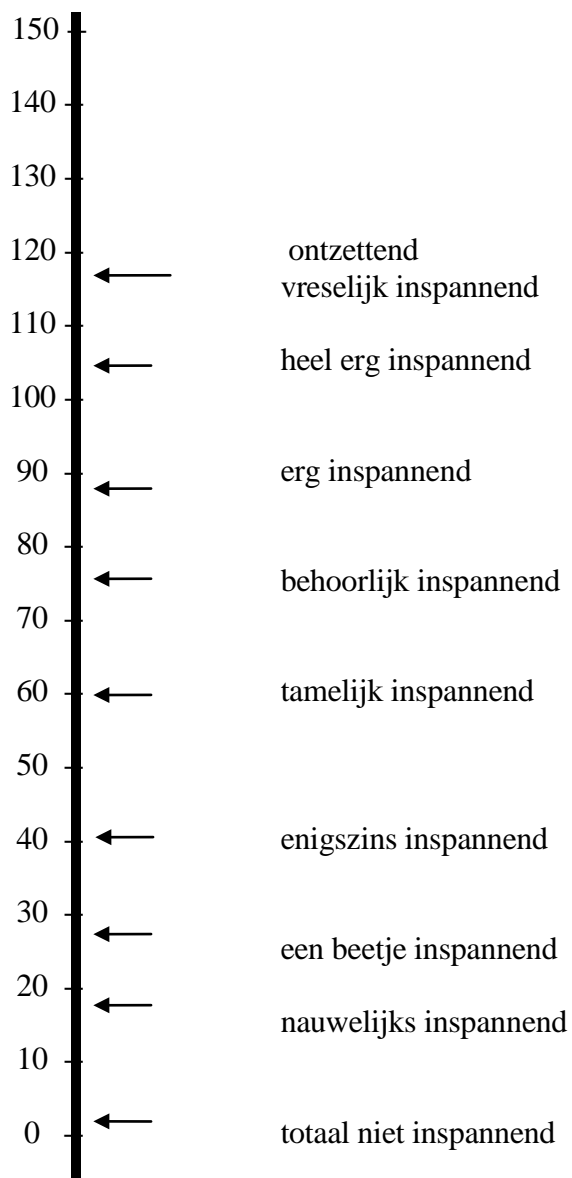
Wilt u, door een kruisje te zetten op de verticale lijn bij één van de getallen, aangeven hoe **moe** u zich voelt op **dit moment**.

- 0 helemaal niet moe
- 0.5 nauwelijks moe
- 1 een beetje moe
- 2 enigszins moe
- 3 tamelijk moe
- 4 erg moe
- 5
- 6
- 7 heel erg moe
- 8
- 9
- 10 ontzettend moe
- * uitgeput

Inspanningsschaal

Tijd: _____ (VOOR / NA)

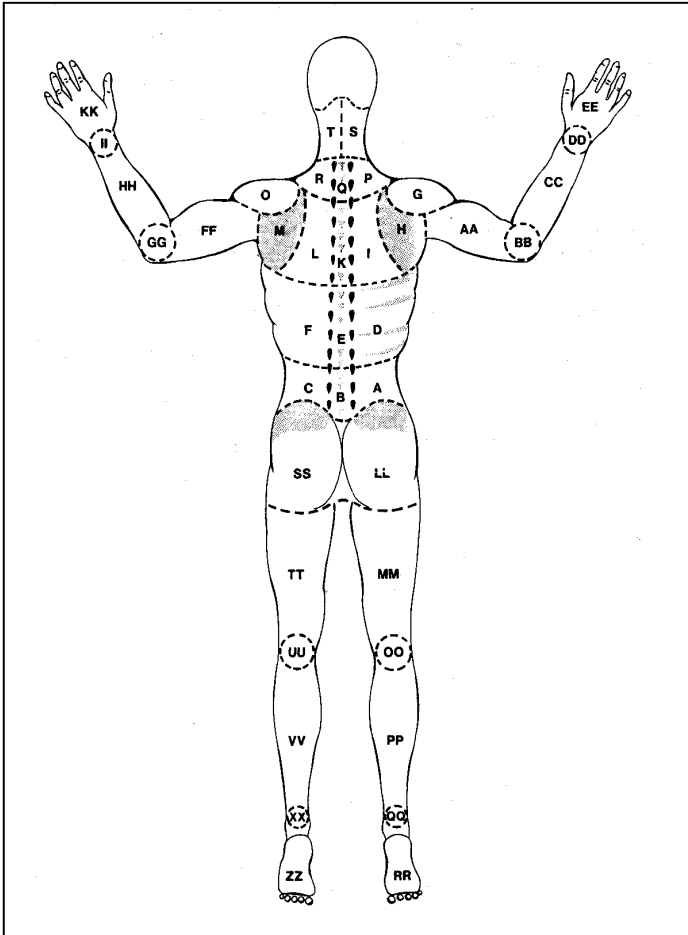
Wilt u, door middel van een kruisje, op de verticale lijn aangeven hoeveel **inspanning** u vandaag tot nu toe al heeft geleverd?



Lokaal ervaren ongemak

Tijd: _____ (VOOR / NA)

Heeft u op dit moment ergens pijn, last of ongemak? Zo ja, waar en hoeveel?



0	geen enkele last
0,5	uitermate weinig last (net waarneembaar)
1	zeer weinig last
2	enige last
3	nogal wat last
4	
5	veel last
6	
7	zeer veel last
8	
9	
10	uitermate veel last (bijna maximaal)
*	maximaal

Arbouw

Postbus 213
3840 AE Harderwijk

T 0341 46 62 00
F 0341 46 62 11
info@arbouw.nl
www.arbouw.nl

Voor vragen over arbeidsomstandigheden:
Infolijn 0341 46 62 22

Rapportnummer: 13-143
ISBN: 9789490943257

ARB 0000 9372